

## **Stage Master 2 - 6 mois - 2024**

### **Compréhension des interactions entre humains, moustiques et plastiques : approche interdisciplinaire sur le littoral méditerranéen.**

#### **Contexte général du projet de recherche**

A l'ère du Capitalocène et Technocène, plus aucun milieu n'est épargné par l'empreinte de l'espèce humaine. Les perturbations d'origine anthropique peuvent être mesurées à différentes échelles temporelles et spatiales, mais que ce soit l'urbanisation, la déforestation, les activités agricoles et leurs pesticides, ou encore les changements climatiques, toutes provoquent une forte réorganisation de la biodiversité, avec des pertes d'espèces, l'augmentation d'espèces invasives et l'homogénéisation biotique des communautés (McKinney 2006 ; Devictor et al. 2008 ; Le Roux et al. 2019). Une des conséquences directes de l'intensification de l'exploitation des milieux est la modification des interactions entre hôtes, vecteurs et parasites (Gottdenker et al. 2014 ; Schrama et al. 2020 ; Dharmarajan et al. 2021).

Certaines occupations du sol, liées aux activités humaines, en plus de dégrader et modifier le couvert végétal, sont sources de multiples pollutions. La pollution, définie comme une dégradation de l'environnement, peut être de nature sonore, lumineuse, chimique ou physique. Les polluants sont plus ou moins nocifs (pour la biodiversité et pour les humains) selon leur toxicité, leur persistance et leur concentration. De nombreuses études ont ainsi montré leurs effets sur les organismes : stress, réduction de la fertilité, diminution du succès reproducteur entre autres (Fry 1995 ; Kekkonen 2017 ; Monclús et al. 2018). En fonction de la dose et de la durée d'exposition, ils sont connus pour altérer la réponse immunitaire et moduler la résistance et tolérance aux infections (Hanna et al. 2018 ; Vallverdú-Coll et al. 2019).

Aujourd'hui, une pollution majeure devenue ubiquitaire est celle du plastique (Oliveira et al. 2019). Des études ont pointé récemment du doigt la pollution au plastique comme un cycle biogéochimique à part entière, traversant les différents écosystèmes terrestres, marins (eau et sédiment) et atmosphériques (Bank & Hansson 2019 ; Oliveira et al. 2019). Les microplastiques peuvent, au-delà de leur toxicité physique directe (lésions des microvillosités intestinales, stress oxydant, génotoxicité), constituer des vecteurs d'exposition à d'autres contaminants, inorganiques (comme les métaux) et organiques (pesticides, hydrocarbures aromatiques polycycliques). Ils présentent également des effets néfastes sur les organismes via les additifs présents intrinsèquement dans les matrices plastiques (e.g. phtalates, nonylphénols ; Vethaak & Leslie 2016; Hermabessiere et al. 2017). Ces dernières années, il a été mis en évidence que les microplastiques affectent le métabolisme des organismes (Jin et al. 2019), l'expression des gènes du système immunitaire (Limonta et al. 2019) et provoquent des dysbioses (i.e. modification de la composition du microbiote ; Jin et al. 2017; Rodriguez-Seijo et al. 2017; Jin et al. 2018; Lu et al. 2018; Zhu et al. 2018). Enfin, les microplastiques sont aussi des véhicules de nombreux pathogènes (Loiseau & Sorci 2022) dont certaines bactéries résistantes aux antibiotiques (Imran et al. 2019 ; Yang et al. 2019).

À ce jour, les études se focalisent principalement sur les effets directs des microplastiques sur la santé des organismes, mais aucune étude n'a testé leurs effets dans des systèmes complexes, tels que les systèmes hôte-vecteur-parasite (Loiseau & Sorci 2022).

## Sites d'études du projet de recherche

Le stage s'inscrit dans un projet plus large mené dans la région méditerranéenne, sur la bande littorale qui présente de nombreuses lagunes, étangs et le delta du Rhône. Pour ce projet, onze sites ont été sélectionnés, repartis en 4 localités (Perpignan, Narbonne, Montpellier, Petite Camargue) et catégorisés en fonction de différentes perturbations anthropiques :

- 3 sites urbains (avaloirs des villes de Perpignan, Narbonne et Montpellier) ;
- 3 sites périurbains (bassins de rétention près de Perpignan, Narbonne et Montpellier) ;
- 2 sites agricoles (plaine de Coursan/irrigation via le canal du midi et Petite Camargue/irrigation via le canal du Rhône à Sète) ;
- 3 sites de roselières (Sagnes d'Opoul près de Perpignan, Réserve d'Estagnol Sud Montpellier, Domaine d'Espeyran Petite Camargue).

Le projet étudiera sur chaque site s'il existe des liens entre la présence/quantité de microplastiques et les conditions environnementales (e.g. surface en territoire artificialisé et agricole) et le microbiote des moustiques qui influence leur capacité à transmettre les parasites. Pour ce faire, chaque site sera visité en collaboration avec l'Entente Interdépartementale de Démoustication (EID) pour :

- collecter des échantillons d'eau des gîtes larvaires et les tester pour la présence et abondance de microplastiques ;
- collecter des larves et nymphes de moustiques.

Les échantillons des différents sites seront rapatriés au laboratoire MIVEGEC ou à l'EID pour les analyses.

En parallèle, il sera mis en place un dispositif expérimental dans lequel des particules de plastiques vierges seront placés dans l'eau pour :

- comparer, en fonction de l'anthropisation, et dans le temps, la formation des biofilms bactériens et contaminants absorbés ;
- utiliser ces microplastiques « environnementalement réalistes » pour les mettre en contact dans des mésocosmes avec des larves de moustiques et suivre leurs traits d'histoire de vie et microbiote.

## Questions abordées dans le cadre du stage

Un premier axe du stage portera sur la documentation des interactions humains-moustiques dans les différents types de territoires étudiés (urbain, agricole, 'naturel') ainsi qu'en laboratoire.

Un deuxième axe questionnera les représentations/perceptions/approches sensibles du plastique dans les systèmes aquatiques des moustiques chez les différents acteurs rencontrés sur le terrain et en laboratoire.

Un troisième axe consistera à suivre et à étudier (via une démarche d'observation participante) le trajet des échantillons d'eau et de larves de moustiques depuis leur gîte sur le terrain jusqu'aux analyses moléculaires en laboratoire. Cette méthodologie « *follow the thing* » permettra de mettre en lumière la chaîne d'acteurs, d'infrastructures et de processus nécessaires pour aboutir aux résultats scientifiques. Elle documentera les manipulations et processus d'analyses des échantillons depuis leur collecte jusqu'à leur fin de vie.

Ce travail en trois axes impliquera des observations participantes ainsi qu'une vingtaine d'entretiens approfondis avec différents acteurs - agents et représentants des 4

agences de l'EID concernées par le projet plus large, chercheur.e.s et étudiant.e.s du laboratoire de recherche, usagers des terres et de l'eau (agriculteurs, notamment, créant parfois à leur insu les gîtes larvaires) sur leurs relations avec les moustiques, les microplastiques dans l'eau et l'eau elle-même.

## **Organisation du stage**

Le stage se déroulera sur une période de 6 mois, à compter du 1<sup>er</sup> février 2024.

L'étudiant·e sera encadré·e par Elodie Fache, anthropologue, chargée de recherche à l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) au sein de l'UMR SENS (Savoirs, Environnement, Sociétés), et Claire Loiseau, écologue, enseignante-chercheuse à l'Université de Montpellier et affiliée au MIVEGEC (Maladies Infectieuses et Vecteurs : Ecologie, Génétique, Evolution et Contrôles). Le travail sera mené dans les locaux de SENS et de MIVEGEC (environ 50%-50%) à Montpellier et impliquera un travail de terrain dans certains des sites mentionnés ci-dessus ainsi qu'à l'EID. En plus des échanges informels en continu avec les encadrantes du stage, deux réunions par mois permettront de discuter l'avancée du travail et les éventuelles difficultés rencontrées, ainsi que de définir ou d'ajuster le planning des semaines suivantes.

En fin de stage, les résultats du travail effectué seront présentés oralement à l'ensemble de l'UMR SENS dans le cadre de son séminaire. L'étudiant·e devra déposer le support de son intervention en accès libre (sur HAL et/ou sur ResearchGate) et, en fonction des attentes de sa formation, rédiger un mémoire de Master 2 ou un rapport de stage. D'autres modalités de valorisation des résultats seront éventuellement envisagées avec les encadrantes au cours du stage.

## **Qualifications et compétences requises**

- M2 en sciences sociales ou en écologie, avec un véritable intérêt pour l'interdisciplinarité ;
- Une bonne connaissance des méthodes qualitatives de production des données en sciences sociales serait un plus ;
- Capacité à travailler à la fois en équipe et en autonomie.

## **Rémunération**

Gratification standard (soit entre 500 et 600 € par mois) + défraiement des missions de terrain en dehors de Montpellier.

## **Pour candidater**

Merci d'envoyer un CV et une lettre de motivation d'ici le 30 Novembre 2023 (pour des entretiens la semaine du 11 Décembre 2023), par e-mail à : [elodie.fache@ird.fr](mailto:elodie.fache@ird.fr) et [claire.loiseau@umontpellier.fr](mailto:claire.loiseau@umontpellier.fr).

## Références

- Bank MS, Hansson SV. 2019. The Plastic cycle: A novel and holistic paradigm for the Anthropocene. *Environ Sci Technol*, 53, 7177–7179.
- Devictor V, Julliard R, Clavel J et al. 2008. Functional biotic homogenization of bird communities in disturbed landscapes. *Glob Ecol Biogeogr*, 17, 252-261.
- Dharmarajan, G, Gupta, P, Vishnudas, CK, Robin, VV. 2021. Anthropogenic disturbance favours generalist over specialist parasites in bird communities: Implications for risk of disease emergence. *Ecol Lett*, 24, 1859-1868.
- Fry DM. 1995. Reproductive effects in birds exposed to pesticides and industrial chemicals. *Env Health Persp*, 103, 165–171.
- Gottdenker NL, Streicker DG, Faust CL et al. 2014. Anthropogenic land use change and infectious diseases: a review of the evidence. *EcoHealth*, 11, 619-632.
- Hanna P, Mathias F, Susanne A et al. 2018. Chronic lead intoxication decreases intestinal helminth species richness and infection intensity in mallards (*Anas platyrhynchos*). *Sci Total Environ*, 644, 151-160.
- Hermabessiere L, Dehaut A, Paul-Pont I et al. 2017. Occurrence and effects of plastic additives on marine environments and organisms: a review. *Chemosphere*, 182, 781-793.
- Imran Md, Das KR, Naik MM. 2019. Co-selection of multi-antibiotic resistance in bacterial pathogens in metal and microplastic contaminated environments: An emerging health threat. *Chemosphere*, 215, 846-857.
- Jin Y, Wu S, Zeng Z, Fu Z. 2017. Effects of environmental pollutants on gut microbiota. *Environ Pollut*, 222,1-9.
- Jin Y, Xia J, Pan Z et al. 2018. Polystyrene microplastics induce microbiota dysbiosis and inflammation in the gut of adult zebrafish. *Environ Pollut*, 235, 322–329.
- Jin Y, Lu L, Tu W et al. 2019. Impacts of polystyrene microplastic on the gut barrier, microbiota and metabolism of mice. *Sci Total Environ*, 649, 308-317.
- Kekkonen J. 2017. Pollutants in urbanized areas: direct and indirect effects on bird populations. In: Murgui E., Hedblom M. (eds) *Ecology and Conservation of Birds in Urban Environments*. Springer, Cham.
- Le Roux J, Hui C, Castillo ML et al. 2019. Recent anthropogenic plant extinctions differ in biodiversity hotspots and coldspots. *Curr Biol*, 29, 2912-2918.
- Limonta G, Mancía A, Benkhalqui A et al. 2019. Microplastics induce transcriptional changes, immune response and behavioral alterations in adult zebrafish. *Sci Rep*, 9, 15775.
- Loiseau C, Sorci G. 2022. Can microplastics facilitate the emergence of infectious diseases ? *Sci Total Environ*, 823, 153694.
- Lu L, Wan ZQ, Luo T et al. 2018. Polystyrene microplastics induce gut microbiota dysbiosis and hepatic lipid metabolism disorder in mice. *Sci Total Environ*, 631-632, 449–458.
- McKinney ML. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biol Conserv*, 127, 247-260.
- Monclús L, Ballesteros-Cano R, De La Puente J, Lacorte S, Lopez-Bejar M. 2018. Influence of persistent organic pollutants on the endocrine stress response in free-living and captive red kites (*Milvus milvus*). *Environ Pollut*, 242, 329-337.
- Oliveira M, Almeida M, Miguel I. 2019. A micro(nano)plastic boomerang tale: A never ending story? *Trends Analyt Chem*, 112, 196-200.
- Rodriguez-Seijo A, Lourenço J, Rocha-Santos TAP et al. 2017. Histopathological and molecular effects of microplastics in *Eisenia andrei* Bouché. *Environ Pollut*, 220, 495-503.
- Schrama M, Hunting ER, Beechler BR et al. 2020. Human practices promote presence and abundance of disease-transmitting mosquito species. *Sci Rep*, 10, 13543.
- Vallverdú-Coll N, Mateo R, Mougeot F, Ortiz-Santaliestra ME. 2019. Immunotoxic effects of lead on birds. *Sci Total Environ*, 689, 505-515.
- Vethaak AD, Leslie HA. 2016. Plastic debris is a human health issue. *Environ Sci Technol*, 50, 6825–6826.
- Yang Y, Liu G, Song W et al. 2019. Plastics in the marine environment are reservoirs for antibiotic and metal resistance genes. *Environ Int*, 123, 79–86.
- Zhu D, Chen QL, An XL et al. 2018. Exposure of soil collembolans to microplastics perturbs their gut microbiota and alters their isotopic composition. *Soil Biol Biochem*, 116, 302-310.